

Die Bedeutung der Stirnhöhlen für die Personenidentifizierung

von

Peter Michael Eilwein

aus

Bad Kissingen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546226_0076

Aus dem Anatomischen Institut
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. F. Bauer

Die Bedeutung der Stirnhöhlen für die Personenidentifizierung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Peter Michael Ellwein
aus
Bad Kissingen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. med. W. Schiefer

Referent: Priv. Doz. Dr. med. A. Neiss

Korreferent: Professor Dr. med. K. F. Bauer

Tag der mündlichen Prüfung: 9.11.1970

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Die Bedeutung der Stirnhöhlen für die
Personenidentifizierung.

Inhalt	Seite
1. Einleitung	1
2. Material	2
3. Identifikation	3
4. Entwicklung der Stirnhöhlen	5
5. Röntgenologische Darstellung der Stirnhöhlen	11
6. Anatomie der Stirnhöhlen	13
7. Variabilität der Größe, Begrenzung und Form	15
a) Größe	15
b) Arkaden	18
c) Septum	19
d) Nebennpneumatisationen	20
e) Vorderwand	22
f) Tiefenausdehnung	22
g) Gefäßkanäle	22
h) Asymmetrie	24
i) Grundtypen	25
8. Konstanz der Stirnhöhlenkonfiguration	27
9. Untersuchung eines Fundschädels	30
10. Zusammenfassung	32

Literatur

1. Einleitung.

SCHÜLLER (28) wies 1921, RICHTER (25) 1926, darauf hin, daß eine Personenidentifikation mit Hilfe von individuellen Merkmalen des Stirnhöhlenbildes möglich ist. Den Hals-, Nasen- und Ohrenärzten CULBERT und LAW (8) gelang 1926 die erste Personenidentifikation durch Röntgenbildvergleich.

Der Wert eines Identifikationsverfahrens wird bestimmt von seiner Sicherheit und leichten Anwendbarkeit. Vor allem wird sein Wert dadurch bestimmt, ob Vergleichsunterlagen vorhanden sind oder beschafft werden können. Dies ist der schwierigste Punkt bei der Identifizierung. Die Röntgenidentifikation hat eine Sonderstellung, deshalb, weil für die Beschaffung von Vergleichsunterlagen ideale Verhältnisse bestehen. Jeder ist schon einmal geröntgt worden. Thoraxübersichtsaufnahmen liegen bei fast 100 % der Bevölkerung vor, eine Schädelaufnahme wurde bei jedem sechsten (15 %) gemacht. Diese Zahl von 15 % habe ich bei der Durchsicht von 12000 Fällen ermittelt. Der Zahl von 15 % ist gegenüberzustellen die Zahl von 2,2 %, bei der Fingerabdrücke beim Bundeskriminalamt (Wiesbaden) in der daktyloskopischen Kartei vorliegen.

Weiter habe ich untersucht:

1. Stirnhöhlenmerkmale, die für die Röntgenidentifikation Bedeutung haben.
2. Bleibt die Konfiguration der Stirnhöhlen im Erwachsenenalter konstant?
3. Wann ist die Entwicklung der Stirnhöhlen beendet?
4. Lassen sich aus Form und Größe der Stirnhöhlen Hinweise auf Lebensalter und Körpergröße geben?

2. Material.

Es wurden 266 Schädelröntgenbilder aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten in Erlangen und der radiologischen Abteilung des Städt. Krankenhauses in Passau untersucht. ¹⁾

Von 202 Patienten waren Röntgenbilder von Abstandsuntersuchungen vorhanden, an denen die Frage nach der Beendigung der Stirnhöhlenentwicklung und der Konstanz der Stirnhöhlenkonfiguration im Erwachsenenalter beantwortet wurde. Davon stammen 112 aus Passau und 90 aus Erlangen. Allein in Passau habe ich ca. 12000 Unterlagen durchgesehen, um 112 Patienten zu finden, bei denen Abstandsuntersuchungen vorgenommen worden waren.

Die Auswertung der Röntgenbilder nahm ich einmal nach statistisch erfaßbaren morphologischen Merkmalen vor, weiter fertigte ich von den 202 Röntgenbildserien aus Abstandsuntersuchungen immer eine Kopie an, aus denen die folgenden Abbildungen ausgewählt wurden.

¹⁾ An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. G. Theissing, Erlangen, und Herrn Priv. Doz. Dr. A. Breit, Passau, für die freundliche Erlaubnis zur Benutzung der Röntgenbildarchive ihrer Kliniken vielmals danken.

3. Identifikation.

Das Wort Identität leitet sich aus dem Neulateinischen ab und bedeutet wörtlich Einerleiheit. In weiterem Sinne steht es für austauschbare Begriffe (Wechselbegriffe), in engerem Sinne, wenn es sich um ein und denselben Begriff handelt. Wer diesen Begriff einführte und in Gebrauch brachte, gelang mir nicht zu ermitteln.

Das in geisteswissenschaftlicher Hinsicht gültige Denkgesetz der Identität (Principium identitatis) beruht auf der Fähigkeit des Geistes, Übereinstimmung zu erkennen. Es schließt die Forderung ein, nur begrifflich Übereinstimmendes in Eins zu setzen.

Hier sind nur die zutreffenden Personenidentitäten gemeint. Die Personenidentität ist ein integrierender Bestandteil des menschlichen Zusammenlebens, der staatlichen Ordnung und der Rechtsfindung (18). Es gibt viele Identifizierungsverfahren, einige sind nachstehend aufgeführt.

Verfahren	Häufigkeit der Vergleichs- unterlagen in Prozent
Odontologie	?
Daktyloskopie	2,2
Röntgenidentifikation	
a) nach Thoraxübersichtsaufnahmen	100
b) nach Stirnhöhlenaufnahmen	15

Die drei genannten Verfahren sind objektiv, weil sie auf dem Vergleich morphologischer Merkmale basieren. Die nicht morphologischen erkennungsdienstlichen Verfahren werden immer angewandt, bieten aber nicht letzte Sicherheit. Hierzu sind die Personalien (Paß, andere Ausweise, Erkennungsmarke, das vom Bundesinnenministerium (4) ausgearbeitete

zivile Personenkennzeichen, in weiterem Sinn auch Tascheninhalt, Schmuckstücke, Ringe, Tätowierungen u. a.) sowie die nur in Sonderfällen zur Anwendung kommenden Möglichkeiten der Identifizierung durch Sprachbeschreibung, Graphologie, Venenzeichnung des Handrückens (39) u. a. zu zählen.

Die Daktyloskopie ist seit 1903 in Deutschland eingeführt. Zum Merkmalsvergleich werden die Papillarmuster der Finger- und Handhaut herangezogen, die aus Deltas, Bogen, Wirbeln, Schleifen u. a. bestehen.

Für die Röntgenidentifikation durch Bildvergleich ist die Beschaffung von Vergleichsunterlagen möglich mit Hilfe der niedergelassenen Ärzte, Betriebsärzte, Schirmbildstellen, Krankenhäuser und der Bundeswehr u. a. Der Umfang der Vergleichsunterlagen ist bei der Röntgenidentifikation dem der Daktyloskopie überlegen. Nächste Thoraxübersichtsaufnahmen (bei fast 100 % der Bevölkerung) liegen Schädel- und damit Stirnhöhlenaufnahmen in einer Häufigkeit von ca. 15 % vor. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (10,18,25,26,27,28,39) komme ich zu dem Schluß, daß die Stirnhöhlen besonders wegen ihrer deutlichen individuellen Konfiguration zur Personenidentifikation geeignet sind. Der Wert der Röntgenidentifikation wurde von CULBERT und LAW, SINGLETON und HOLCZABEK erkannt und in Einzelfällen angewandt, von NEISS wurde aber das Verfahren klar definiert, praktiziert und herausgestellt, daß es den anderen in einigen Punkten überlegen sein kann. Auch können an Postmortalbildern anderweitige forensische Hinweise gegeben werden (18).

4. Die Entwicklung der Stirnhöhlen.

Das Pneumatisationsproblem ist m. W. bis heute noch nicht kausal gelöst, wenngleich die formale Genese im wesentlichen aufgeklärt ist (6,7,11,21,24,26,31,33,34,36,38). ONODI (21) erzielte 1911 seine Ergebnisse noch anhand von Serienschnitten, später dienten anderen Autoren Röntgenbilder als Studienobjekte.

Für die kausale Genese sollen hier lediglich die drei gebräuchlichen Vorstellungen der Stirnbeinpneumatisation genannt werden: Präformierend soll die Ausbildung der für die Stützfunktion bedeutungslosen Räume (26,31,34) sowie die "zirkumskripte Spongiosierung durch Hyperämie" (33) sein, die ein aktives Vordringen der normoplastischen (6,22,26,31) Nasenschleimhaut in das vorliegende Knorpel- und Knochengewebe ermöglicht.

Der Beginn der formalen Genese liegt für alle Nasennebenhöhlen noch innerhalb der Fetalzeit. Vom Infundibulum des mittleren Nasengangs aus entwickeln sich, im 2. Embryonalmonat beginnend (24), die Nebenhöhlen 1. Ordnung, also Kieferhöhlen, vordere Siebbeinzellen und die Stirnhöhlen. Erste Ansätze der Stirnhöhlenanlage sind in der 13. Embryonalwoche (26) mikroskopisch zu erkennen, oder auch erst im 4. Embryonalmonat (31). Die röntgenologische Beobachtbarkeit setzt später ein, frühestens mit dem 3. Lebensjahr (24,26,31), im Mittel um das 5. Lebensjahr. In schneller und schubweiser Entwicklung erfolgt bis etwa zum 10. Lebensjahr das Vordringen in die Stirnbeinschuppe, die Septierung und deutliche Buchtung. Zur Zeit der Pubertät nehmen die Stirnhöhlen nochmals an Größe zu, überragen die Orbitae nun deutlich und danach tritt der Wachstumsstillstand ein. Die Angaben hierzu differieren bei verschiedenen Autoren: 15 Jahre (26), 17 Jahre (31), 20 Jahre (6), 20 und mehr Jahre (36), 40 Jahre (24).

Der von PSENNER (24) angegebene Wert: Wachstumsstillstand bei 40 Jahren - ist nach meiner Untersuchung unzutreffend. Bei den von mir untersuchten 202 Fällen konnte ich niemals eine Größenzunahme nach dem 20. Lebensjahr feststellen.

Die folgenden Abbildungen zeigen in 1/2 nat. Größe einige typische Phasen der Stirnhöhlenentwicklung.

Abb. 1

Sch. G. 6 Jahre
und 11 Monate

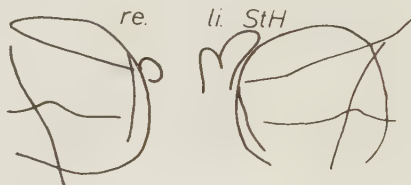


Abb. 2

Sch. H. 9 Jahre
und 9 Monate



Abb. 3

Sch. J. 16 Jahre



Abb. 4

Pl. H. 21 Jahre

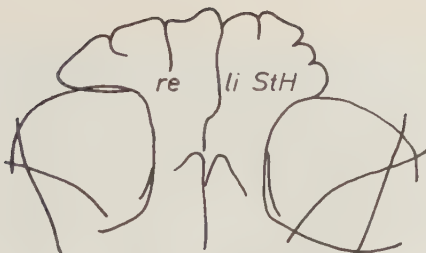
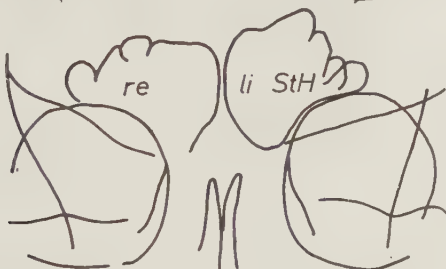


Abb. 5

Wö. L. 23 Jahre



Im Alter von 20 Jahren haben die Stirnhöhlen je eine mittlere Höhe von 20 mm, rechts eine Breite von 22 mm, links von 24 mm; die Tiefe beträgt im unteren Bereich 15 mm, das Volumen 4-7 ml (36).

Die Variationsbreite der angegebenen Zeiträume für die Entwicklung der Stirnhöhlen ist größer als bei den übrigen Nasennebenhöhlen, was aus dem späten phylogenetischen Auftreten erklärbar wird. Stirnhöhlen sind erst bei den Säugetieren fakultativ und bei den Primaten obligat vorhanden (37).

Bei einem Teil der Fälle fehlen eine oder beide Stirnhöhlen auch nach dem 20. Lebensjahr. Man spricht dann von Aplasie. Die Angaben über Aplasie differieren in der Literatur erheblich. Die Tabelle auf Seite 8 gibt dies wieder:

Stirnhöhlenaplasie in Prozent.

BOEGE	4,4	2,5	-
LUTTENBERG	3	2,2	-
STERN	20,7	20,2	-
TARENETZKY	9	6	-
WAGEMANN	4	2,5	6
WELIN	7	7	4
ZUBIZARRETA	-	-	4
192 eigene	2	1,5	0,5
	rechts	links	beidseitig

Tabelle 2 Die Angaben von BOEGE, LUTTENBERG und TARENETZKY zit. (31). Die eigenen Angaben ergeben sich nach Röntgenbildern von 192 Patienten nach dem 20. Lebensjahr.

Die Stirnhöhlenaplasie ist rechts häufiger als links, bei Frauen ist sie öfter anzutreffen als bei Männern. Die Stirnhöhlen unterscheiden sich hier von den anderen Nasennebenhöhlen. Die Kieferhöhlenaplasie z. B. wurde bisher nur etwa achtmal beschrieben (31).

Neben nicht erkennbaren Ursachen für eine Aplasie oder Hypoplasie sind einige bekannt, die zumindest die Hypoplasie bewirken. Erwähnt seien die minderwertige Nasenschleimhaut ohne Pneumatisationspotenz, die durch fetale oder frühkindliche Entzündungen erworben werden kann (24), eine Hyperostosis frontalis mit der ausbleibenden hyperämischen Spongiosierung (33), verschiedene hormonelle oder genetische Dysregulationen wie Hypothyreose, Down-Syndrom (30) und die Cooley-Anämie. Im gleichen Sinne

wirken frühkindliche Fraumen, behinderte frühkindliche Nasenatmung (24,26), spezifische Entzündungen, ein vorzeitiger Schluß der kranz- und Pfeilnaht (24,31), ein Bestehenbleiben der Sutura frontalis über das 2. Lebensjahr hinaus. Bei Akromegalie kann ebenso wie bei der Entwicklung eines Pneumosinus dilatans (35) eine sekundäre Vergrößerung der Stirnhöhlen von exzessiven Ausmaßen erfolgen. Es sei hier aber auch erwähnt, daß alle diese Störungen der Stirnhöhlenentwicklung doch recht selten sind.

Bei der Ausbildung der Stirnhöhlen in ihrer Form und Größe gibt es Rassenunterschiede. So finden sich bei Europäern seltener eine Aplasie und auch durchschnittlich größer entwickelte Höhlen als bei Negriden und Australiden (7,20). Eine Ähnlichkeit der Stirnhöhlen wurde an eineiigen Zwillingen nachgewiesen (31), auch fallen Ähnlichkeiten im direkten Erbgang auf (27). Nach meinem Untersuchungsgut ist hierzu eine Stellungnahme nicht möglich.

Bestehen Korrelationen in der Ausbildung verschiedener Nebenhöhlen? Sind z. B. bei wenig pneumatisierten Warzenfortsätzen auch die Stirnhöhlen klein? Da sich verschiedene Nebenhöhlen (z. B. Warzenfortsätze und Stirnhöhlen) zu verschiedenen Zeiten entwickeln, treffen sie hemmende Einflüsse unterschiedlich stark (31). THEISSING (zit. 31) und RICHTER (26) sind der Ansicht, entgegen BECK (zit. 31), daß eine solche Korrelation nicht besteht.

Engere Korrelationen bestehen demgegenüber zwischen dem Abstand der Orbitae und der Größe der Stirnhöhlen. So teilen ONODI (21) und RICHTER (26) übereinstimmend mit, daß mit zunehmendem Abstand der Orbitae auch die Stirnhöhlen größer sind.

Wenn der Schluß zulässig ist, daß mit dem Abstand der

Orbitae auch die Schädel- und Körpergröße korrelieren, könnten aus dem Stirnhöhlenbild Hinweise auf die Körpergröße gegeben werden. Dies hat Bedeutung, wenn nur der Schädel bzw. das Stirnbeinfragment vorhanden sind. Hierzu sind weitere Untersuchungen nötig.

5. Die röntgenologische Darstellung der Stirnhöhlen.

Für die Röntgenidentifikation mit Bildvergleich werden Aufnahmen verwendet, die aus ärztlicher Indikation angefertigt wurden.

Unter der Vielzahl möglicher Einstellung kommen 5 Standardprojektionen (38) zur Anwendung, von denen die beiden ersten im sagittalen Strahlengang, die dritte im frontalen und die beiden restlichen im axialen Strahlengang entstehen (2,3,15,23,24,25,36,38). Die beiden sagittalen Standardprojektionen ergeben die diagnostisch am aufschlußreichsten Bilder.

Die Einteilung der Standardprojektionen von 1 bis 5 geschieht in Anlehnung an WELIN (38). Weitere technische Einzelheiten finden sich in den ausführlichen Beschreibungen von BERGERHOFF, MUNTEAN und PSENNER (2,15,24) im Handbuch der Radiologie, Band VII/1 und VII/2, Berlin, die Ausführungen von WELIN (38) im Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Stuttgart sowie von WAGEMANN (36) im Lehrbuch der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Band I, Stuttgart.

Schädelspezialaufnahmen (Angiographien, Ventrikulographien sowie Schichtaufnahmen) entsprechen in ihrer Zielstrahleinstellung den Standardprojektionen.

Das Röntgenbild des Schädels ändert sich mit dem Lebensalter in charakteristischer Weise. Einzelheiten sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Es geht daraus hervor, daß sich n a c h dem 20. Lebensjahr die Stirnhöhlenkonfiguration mit Ausnahme der Folgen sehr weniger pathologischer Vorgänge nicht mehr ändert.

Taballe 3

Altersbedingte Schädelveränderungen, wie sie auf Röntgenbildern der Standartprojektionen 1 und 2 in Erscheinung treten, nach Angaben der Autoren 2,24,31,32,33,34.

Alter	Schädel- knochen	Stirnhöhlen	Übrige Nasen- nebenhöhlen
0- 7	Kaum Diploe Konturen glatt Kaum Juga Klaffen der Kalvaria	Fehlen oder beginnende Pneumatisation	Obligater Beginn der Pneumatisation
8-20	Ungleichmäßig dicke Kalotte Diploe Zähnelung der Suturen	Starke Größenzu- nahme, Septierung Arkadenbildung Wachstumsende	Größenzunahme frühes Wachs- tumsende
21-70	Zunahme der Gefäßzeichnung	Konstanz von Größe und Form Aplasie mit 1-2% relativ häufig	Form und Größe bleiben konstant Extrem seltene Aplasie
Über 70	Entkalkung (Osteoporose)	Weiterhin Kon- stanz, selten umschriebene De- hiszenzen der orbitalen Wand	Erweiterung des Sinus maxillaris bis an die Zahn- wurzeln des Ober- kiefers

6. Anatomie der Stirnhöhlen

Zur inneren Nase, dem Cavum nasi, zählen im weiteren Sinne auch die Nebenhöhlen, die Sinus paranasales. Sie können alle in Form, Größe und Lokalisation variieren, am auffallendsten ist dies jedoch bei den Stirnhöhlen zu beobachten.

Normalgroße Stirnhöhlen beschränken sich darauf, das Stirnbein in einem unteren, medial gelegenen Areal zu pneumatisieren. Unmittelbar auf die Nasenwurzel folgend, reichen sie etwa 2 Zentimeter hoch und dehnen sich seitwärts, dem Margo supraorbitalis folgend, in abnehmender Höhe in einer etwas längeren Strecke aus. Die Form der Stirnhöhlen wird mit der einer gleichseitigen Pyramide (7,11,36) verglichen, an der eine untere Wand (Facies orbitalis), eine vordere Wand (Stirn), eine Hinterwand (Facies cerebralis) und eine mediale Wand (Septum intersinusale) unterschieden werden können.

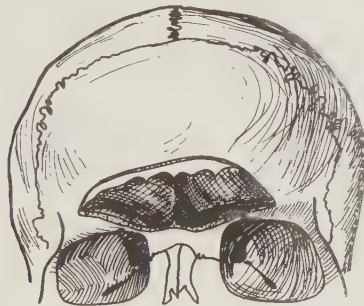


Abb.6 Große Stirnhöhlen, durch Wegmeißeln ihrer Vorderwand dargestellt. Verändert nach CORNING.

Am stärksten ist die Vorderwand ausgebildet, schon wesentlich schwächer ist die Hinterwand, die in ihrer Form einer schwach gespannten Zeltplane gleicht und somit

die Vorder- und Unterwand spitzwinklig berührt. Sie grenzt gegen die vordere Schädelgrube ab und ist in ihrer feineren Form durch die Jura cerebrialia geprägt. Die Unterwand der Stirnhöhlen bildet einen Teil des Orbitadaches und ist am dünnsten. Die beiden Stirnhöhlen werden durch das Septum sinuum frontaliu voneinander getrennt. Es ist in vielen Fällen partiell defekt (7,24,31,35,36). Bei Asymmetrien der Stirnhöhlen weicht es aus der Sagittalebene in verschiedenen Richtungen zur Seite der kleineren Höhle hin ab. In anderen Fällen ist es dick, doppelt vorhanden oder von Nebensepten begleitet, die im allgemeinen vom oberen Umfang der Stirnhöhlen entspringen und sich seltener bis zum Boden fortsetzen.

Die Stirnhöhlen öffnen sich in den mittleren Nasengang über den Canalis nasofrontalis, der im obersten Teil des Infundibulum ethmoidale beginnt, sich nach vorn-oben fortsetzt und den jeweiligen Sinus an seiner tiefsten Stelle erreicht. Von diesem gewöhnlichen Verlauf gibt es mehrere Abweichungen (11,35,36).

Durch ihre Lage im Grenzgebiet zwischen Gesichtsschädel und Hirnschädel stehen die Stirnhöhlen in enger topographischer Beziehung einerseits zur Nasenhöhle und zur Orbita, andererseits zur vorderen Schädelgrube. Die trennenden dünnen Knochenlamellen können zudem durch Dehiscenzen in ihrer Funktion reduziert sein (7,24). Weitere Verbindungen werden mit dem venösen System der Diploeevenen und dem selten zu beobachtenden Emissarium frontale hergestellt.

Auf Gefäß-, Nerven- und Lymphversorgung der Stirnhöhlen und der sie auskleidenden Schleimhaut wird in diesem Rahmen nicht eingegangen.

7. Variabilität der Größe, Begrenzung (Arkaden) und Form der Stirnhöhlen.

Die subtilen Einzelheiten der Stirnhöhlen zeigen eine auffallende Variabilität (2,6,7,11,18,21,23,24,25,26,27, 28,39). Durch die bilaterale Anlage der Höhle wird sie noch verstärkt. Die einzelnen Merkmale sind nach dem 20. Lebensjahr konstant. Im Folgenden wird eine Beschreibung und Typisierung versucht, der die Auswertung von 192 Röntgenbildern Erwachsener zugrunde liegt.

Im Einzelnen untersuchte ich:

Größe, die für die Stirnhöhlen typische Ausbildung und Zahl der Arkaden, Haupt- und Nebensepten, Nebenpneumatisationen, Vorderwand, Tiefenausdehnung, Gefäßkanäle (Diploevenen und Emissarium frontale) und Rechts-Links Unterschiede.

a) Die Stirnhöhlengröße ist auf Bildern der beiden ersten Standardprojektionen gut zu ermitteln, da sie sich frontal ausgedehnter entwickeln als sagittal. Die von den Autoren 24,26,27,31,35 und 39 benutzten Größenbezeichnungen Normoplasie, Hypoplasie, Hyperplasie, Aplasie und Pneumosinus dilatans sind bis auf die Aplasie nicht exakt definiert.

Es ist deshalb ein Teil meiner Untersuchung, eine entsprechende Definition anzugeben. Als morphologische Bezugspunkte habe ich 1. die Incisura supraorbitalis und 2. die gedachte Verlängerung der lateralen Orbitabegrenzung nach oben bestimmt. Nachdem sich zeigte, daß die Stirnhöhlen seitlich im allgemeinen bis zum höchsten Punkt des Orbitalbogens reichen, also bis dorthin, wo die Incisura supraorbitalis liegt (in Übereinstimmung mit SÜSSE 32,33), ordne ich solche Stirnhöhlen dem Begriff "Normoplasie" zu. Dieser Begriff wurde auch bisher verwendet, war aber nicht definiert.

Mit den Abbildungen 7 und 8 auf Seite 17 wird die Verteilung der Stirnhöhlengrößen graphisch belegt. Die noch fehlenden Größenbezeichnungen ergeben sich folgendermaßen:

Aplasie: Wie bereits auf Seite 8 erwähnt, ist darunter das ein- oder beidseitige Fehlen zu verstehen.

Hypoplasie: Die seitliche Ausdehnung der Stirnhöhlen reicht deutlich nicht bis zur Incisura supraorbitalis.

Hyperplasie: Die Stirnhöhlen überschreiten seitlich die Incisura supraorbitalis, reichen aber nicht bis zur gedachten Verlängerung der lateralen Orbitabegrenzung nach oben.

Pneumosinus dilatans: Stirnhöhlen dieser Größe dehnen sich seitlich über die gedachte Fortsetzung der lateralen Orbitabegrenzung aus.

Diese Einteilung der Stirnhöhlen erfolgte bis hierher nach der seitlichen Ausdehnung der Stirnhöhlen in Bezug auf die Orbitae. Gewöhnlich ist die Ausdehnung nach kranial geringer als die nach lateral. In dem seltenen Fall, wo die Höhe größer als die Breite ist, ordne ich eine solche Stirnhöhle der nächstgrößeren Gruppe zu.

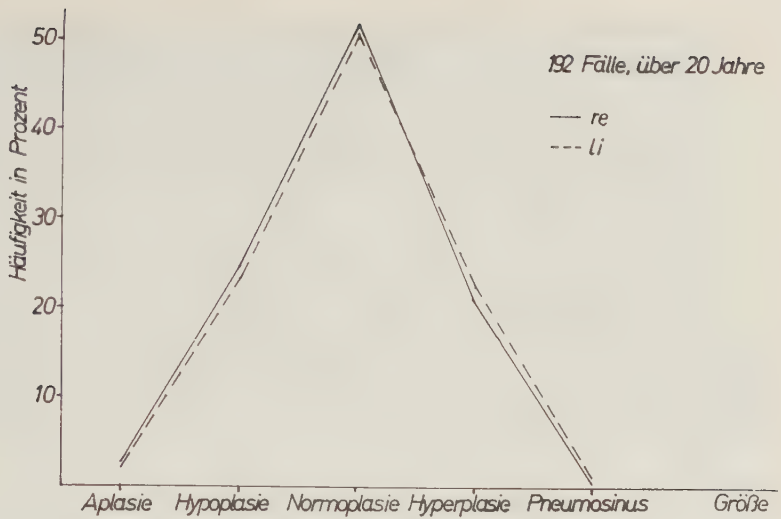


Abb. 7 Normalverteilung der Stirnhöhlengrößen.

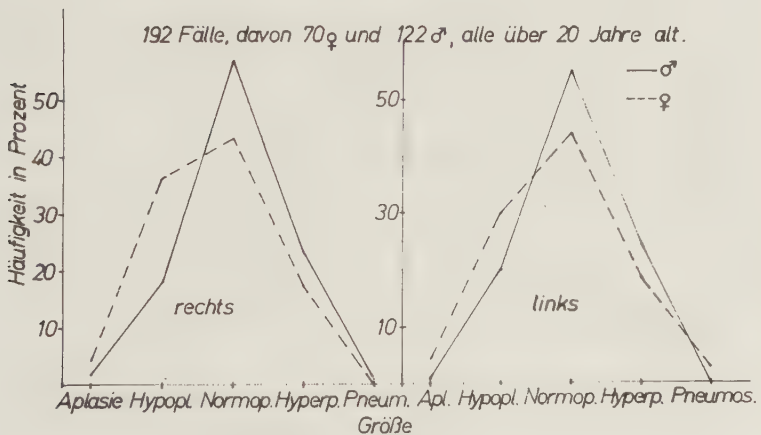


Abb. 8 Wie oben, jedoch getrennt für Männer und Frauen, links und rechts.

b) Die obere Begrenzung der Stirnhöhlen besteht in nach oben konvexen Bogen oder Arkaden. Sie laufen nach unten spitz aus. Es gibt fließende Übergänge von flachen Arkaden bis zu rundbogigen Arkaden. In den meisten Fällen korreliert die Arkadenzahl mit der Größe der Stirnhöhlen.

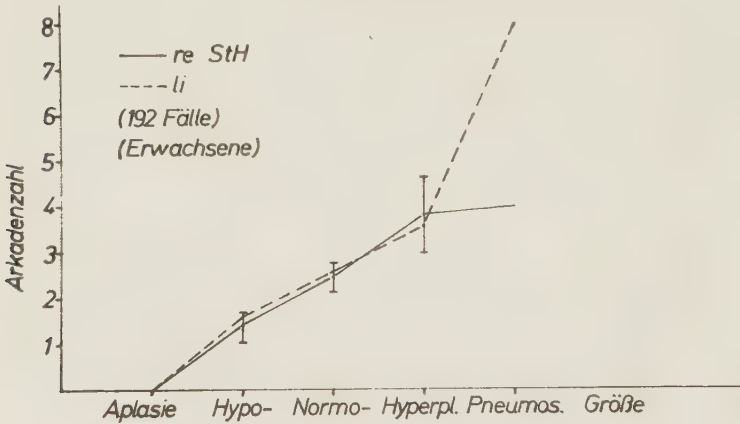


Abb. 9 Abhängigkeit der Arkadenzahl von der Größe der Stirnhöhlen

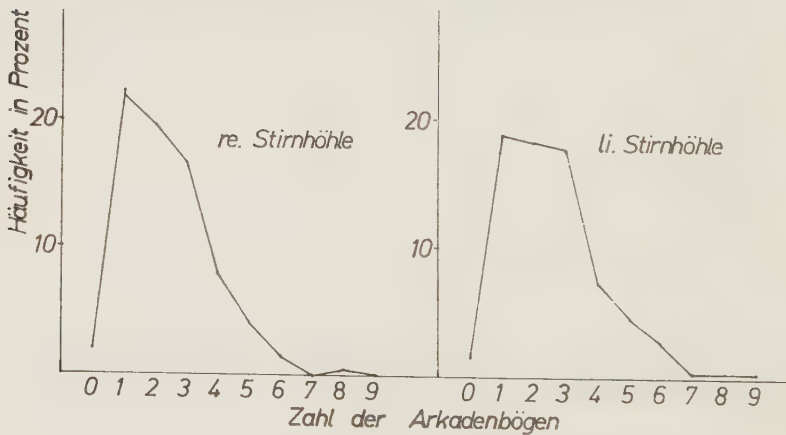


Abb. 10 Absolute Häufigkeit der Arkaden, getrennt für die linke und rechte Stirnhöhle.

Die Normalzahl der Arkaden beträgt sowohl für die linke als auch die rechte Stirnhöhle 2. Schon jeweils 4 Arkaden finden sich nur noch bei 7,5% der Fälle, eine Vermehrung der Arkadenzahl auf 6 bei einer der beiden Stirnhöhlen ist schon selten. In einem Fall (von 192) konnte ich noch 9 zählen. Die Abb. 10 der Seite 18 gibt die Verhältnisse wieder.

c) Die rechte und linke Stirnhöhle werden von einem Septum getrennt, dem Hauptseptum. In seiner typischen Anordnung steht es in der Sagittalebene und stellt sich im Röntgenbild durch seine verminderte Strahlendurchlässigkeit dar. Hierbei kann es nach meinen Untersuchungen folgende Varianten haben:

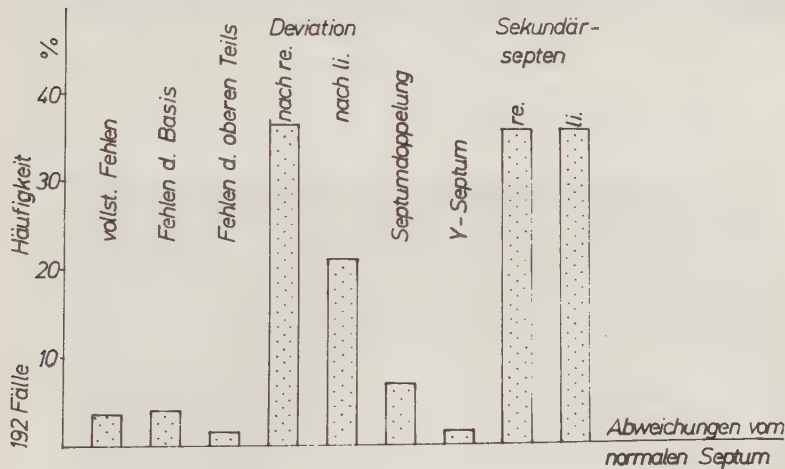


Abb. 11 Art und Häufigkeit der Varianten des Hauptseptums bei 192 untersuchten Erwachsenen.

d) Unter Nebenpneumatisationen werden Hohlräume verstanden, die nicht zu den Stirnhöhlen gehören, sich aber in diese projizieren.



Abb. 12 Pneumatisierte Crista galli (mittl. Pfeil) und 2 Recessus supraorbitales bei einem 18-jähr. Mann
1. Standardprojektion

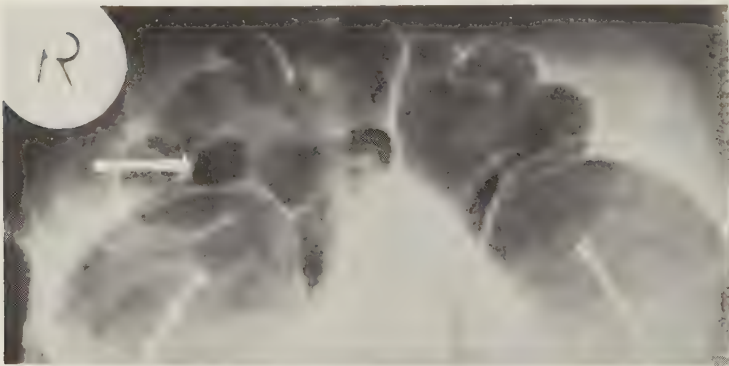


Abb. 13 Drei Bullae frontales (waagr. Pfeil) und 2 Recessus supraorbitales. 23-jähr. Mann, 2. Standardprojektion

Die Bulla frontalis, einzeln oder mehrfach vorkommend, entspricht Siebbeinzellen, die sich ins Lumen der Stirnhöhle vorstülpen. Röntgenologisch imponiert sie als runde, scharfbegrenzte Aufhellung in der unteren Hälfte der Stirnhöhle (35,36), Abb. 13

Die Crista galli kann pneumatisiert sein (24,38) und projiziert sich median zwischen beide Stirnhöhlen. Ihre Pneumatisation erkennt man an einer zentralen Aufhellung. Abb. 12, Seite 20.

Der Recessus supraorbitalis ist eine Fortsetzung der Stirnhöhlen nach okzipital über dem Orbitadach. Er kommt einseitig, häufiger aber beidseitig vor. In der 1. Standardprojektion wird er wesentlich anders wiedergegeben als in der 2. Abb. 12 und 13, Seite 20.

Selten kommt die Pneumatisation der Keilbeinflügel, meist beidseitig, vor. Man sieht unter dem Planum sphenoidale eine horizontale Aufhellung.

Die Nebenn pneumatisierungen haben zusammen eine Häufigkeit von 28%, bei meinem Bildmaterial gleichermaßen für Männer und Frauen.

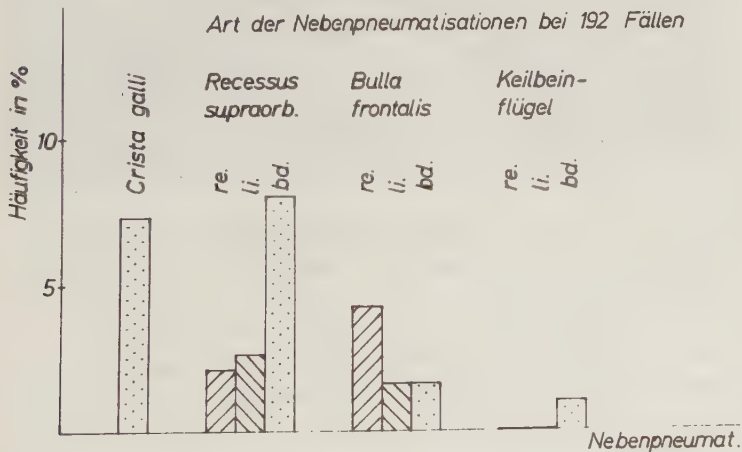


Abb. 14 Häufigkeit der einzelnen Nebenn pneumatisierungen.

e) Die Vorderwand der Stirnhöhlen ist normalerweise so glatt, daß sie keine Helligkeitsdifferenzen auf dem Röntgenbild verursacht. In ca. 9% meiner Fälle hatte sie jedoch durch Knochenkämme und -leisten ein Relief, die sich netzartig auf dem Röntgenbild darstellten. Abb.15, S. 23

f) Die Tiefe der Stirnhöhlen läßt sich röntgenologisch exakt nur in der 3. Projektion (Seitbild) beurteilen. Am Grad der Aufhellung ist sie aber auch nach der 1. und 2. Projektion abzuschätzen. Die tiefere Höhle erscheint dann wesentlich stärker aufgehellt. Diese Variante ist selten.

g) Ein "gar nicht so seltener Befund sind Gefäßkanäle im unteren Drittel der Stirnbeinschuppe" (24). Wenn sie ausgebildet sind, bleiben sie dauernd bestehen (32,33). Wir unterscheiden Diploevenen und das Emissarium frontale. Letzteres beinhaltet in einem zweiglosen, konstantkalibrigen Knochenkanal eine Vene für den Kollateralkreislauf zwischen Endokranium und äußeren Orbitalvenen. Abb. 16 Das Emissarium läuft an der Grenze der Stirnhöhle entlang und richtet sich nach der Stirnhöhlengröße. Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, liegt seine Häufigkeit zwischen 0,1 und 1%.

Tabelle 4

	Fälle	bds.	rechts	links
MARTIN-REITH (zit. 32)	7500	0,04%	0,16%	0,12%
SÜSSE (32)	2000	0,45%	zusammen 1,55%	
BARUZZI (1)	800	0,2 %	0,7 %	0,7 %
eigene Beobachtungen	266	0,38%	1,1 %	1,1 %

Diploevenen stellen sich im Röntgenbild punkt- oder bandförmig dar (33). Hierzu Abb. 17 und 18, Seite 25

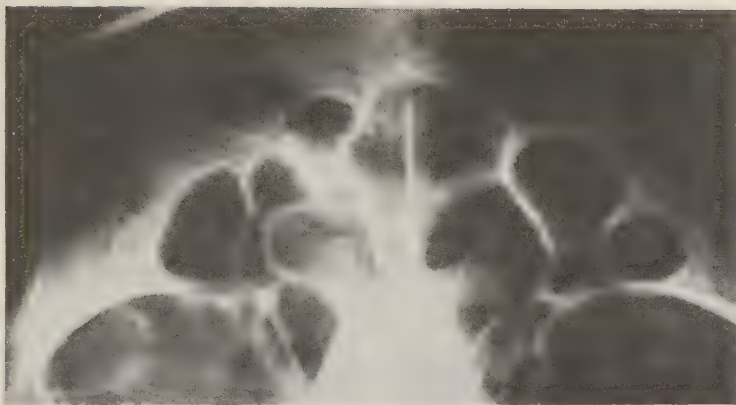


Abb. 15 Knochenkämme der Stirnhöhlenvorderwand.

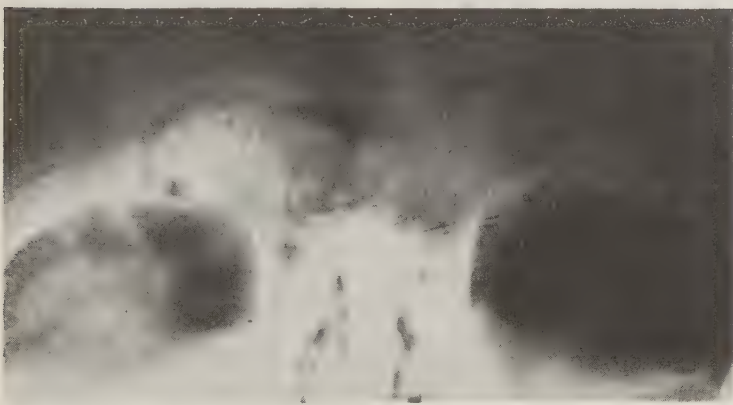


Abb. 16 Rechtsseitiges Emissarium bei einem 10 jähr. Mädchen.
Das orbitale Ende erscheint als rundliche Aufhellung.
Die rechte Stirnhöhle ist erbsgroß pneumatisiert,
die linke ist röntgenologisch noch nicht zu er-
kennen.

h) Die Stirnhöhlen sind fast immer asymmetrisch. Bei 241 Fällen untersuchte ich 2 Merkmale,

1. das zur kleineren Stirnhöhle hin abweichende Hauptseptum und
2. die Höhe der Stirnhöhlen.

Ich kam zu dem Ergebnis, daß gewöhnlich die linke Stirnhöhle größer ist als die rechte. Dies ist bei Frauen noch deutlicher als bei Männern.

Tabelle 5

	Merkmal	rechts größere Stirnhöhle	Symmetrie	links größere Stirnhöhle
Männer	Septum-deviation	28 %	33 %	39 %
	Höhe	36 %	13 %	51 %
Frauen	Septum-deviation	14 %	41 %	45 %
	Höhe	29 %	28 %	53 %

Bei Männern liegt also nach der obigen Tabell das Größenverhältnis etwa bei 1,4:1 zugunsten der linken Stirnhöhle, bei Frauen etwa bei 2,3:1.

1) Nach Untersuchungen an 192 Stirnhöhlenaufnahmen von Erwachsenen lassen sich einige Stirnhöhlengrundtypen abgrenzen. Natürlich kommen innerhalb jedes Typs noch zahlreiche Variationen vor, die nicht fixiert werden können. Bei meinem Kollektiv fielen mir auf:

1. Einfache Stirnhöhlen. Darunter verstehe ich solche ohne Gliederung durch Arkaden, ohne Nebensepten oder eine buchtige Vorderwand. Diese Höhlen sind in der Regel klein. Vgl. Abb. 17.18



Abb. 17,18 9-jähr. Mädchen. Aplasie der li. Stirnhöhle. in diesem Areal ist ein punktförmiger Gefäßkanal zu sehen. Rechte Stirnhöhle vom "einfachen Typ"

3 Jahre später: Trotz des jugendlichen Alters bereits Konstanz der Stirnhöhlenkonfiguration. (Abschnitt 8)

2. Normaltyp. Bei größenmäßiger Normoplasie (Definition s.S. 16) haben solche Höhlen 2 oder 3 Arkaden, 1-2 Nebensepten und keine Nebenpneumatisationen. Abb. 19

3. Arkadenarme Stirnhöhlen. Hier dominieren klobige, weit gespannte Arkaden, deren Zahl absolut und im Verhältnis zur Stirnhöhlengröße klein ist. Die Größe liegt über der Normoplasie (Definition s.S. 16) Abb. 20

4. Arkadenreiche Stirnhöhlen. Hier finden sich zahlreiche, schmale Arkaden mit langen Ausziehungen nach unten (Nebensepten). Abb. 21

5. Dreihöhleltyp. Neben einer sonst unauffälligen Konfiguration finden sich hier, kombiniert mit einem Y - Septum, drei Höhlen. Die mittlere kann dabei weit nach kranial reichen. Abb. 22

6. Stirnhöhlen mit Nebenpneumatisationen. Hierunter verstehe ich Stirnhöhlen, in die sich Recessus supraorbitales, eine lufthaltige Crista galli, Bullae frontales oder pneumatisierte Keilbeinflügel projizieren. Abb. 12,13

7. Seltene Stirnhöhlen. Hier sind alle seltenen Variationen der Stirnhöhlenmorphologie wie Aplasie (2 %), Stirnhöhlen mit markanten Gefäßkanälen (1 %) und die außergewöhnliche Größe (Pneumosinus dilatans) zusammengefaßt. Abb 23



Abb.19 Normaltyp



Abb.20 Arkaden-
arme Stirnhöhlen



Abb.21 Arkadenreiche
Stirnhöhlen



Abb.22 Dreihöhlen-
typ



Abb.23 Pneumosinus
dilatans

8. Konstanz der Stirnhöhlenkonfiguration.

Mit welchem Alter ist das Wachstum der Stirnhöhlen beendet?

Bleibt danach die Konfiguration konstant?

Zur Beantwortung dieser Fragen wertete ich die Röntgenbilder von 202 Patienten aus Abstandsuntersuchungen aus. (Vergl. S. 2) Der größte Abstand zwischen zwei Aufnahmen betrug 9 Jahre und 2 Monate, der jüngste Patient war 3 Jahre alt, der älteste 86 Jahre.

Ich teilte das Kollektiv in folgende Altersgruppen ein:

3 - 15 Jahre
15 - 20
20 - 70
70 - 86

a) Größenzunahme im Wachstumsalter von 3-20 Jahren.

Veränderungen dieser Art waren nach dem im Abschnitt 4 Gesagten für die beiden ersten Gruppen zu erwarten, senile Knochenabbauvorgänge für die letzte Gruppe. Es zeigte sich, daß zwischen dem 15. und 20. Lebensjahr Wachstumsende eintritt. Es gibt senile Veränderungen, die jedoch kaum je bemerkbar und für die Röntgenidentifikation bedeutungslos sind.

Tabelle 6

Altersgruppe	Fälle	Wachstum	Konstanz bei
3-15	13	8	39 %
15-20	24	1	95 %
20-70	153	-	100 %
70-86	12	-	100 %

b) Pathologische Veränderungen.

Nur wenige Stirnhöhlenerkrankungen machen schwere, bleibende Knochenveränderungen im Sinne einer Arrosion, Nekrose oder Dislokation. Im wesentlichen kommen Osteomyelitis, Mucocoele, Pyocoele, spezifische Entzündungen und verschiedene Tumoren in Betracht. In solchen Fällen ist eine Identifikation weniger an morphologischen Merkmalen, sondern am pathologischen Befund möglich. Auch operierte Stirnhöhlen bleiben in ihrer Konfiguration weitgehend erhalten (25).

Aus meinem Bildmaterial ergeben sich die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte.

Tabelle 7

Altersgruppe	Fälle	Erkrankung	Konstanz bei
3-15	13	-	100 %
15-20	24	1	95 %
20-70	153	4	97 %
70-86	12	-	100 %

c) Zeitintervall der Abstandsuntersuchung und Konstanz der Stirnhöhlenkonfiguration.

Ist häufiger eine Inkonstanz der Stirnhöhlenkonfiguration zu verzeichnen, wenn die zweite Aufnahme erst viele Jahre nach der ersten angefertigt wird?

Zur Klärung dieser Frage teilte ich das Kollektiv (202 Patienten) nach dem Zeitintervall zwischen den Röntgenuntersuchungen auf. Die Ergebnisse gibt Tabelle 8 wieder.

Tabelle 8

Zeitintervall in Jahren	Fälle	Veränderungen	Konstanz bei
0-1	114	4	96,5 %
1-3	56	1	98,2 %
3-6	14	-	100 %
6-9	6	-	100 %
9 u. mehr	2	-	100 %

Es zeigt sich, daß auch bei einer Abstandsuntersuchung nach vielen Jahren die Stirnhöhlenkonfiguration konstant bleibt. Wenn also z. B. im Alter von 20 Jahren eine Stirnhöhlenaufnahme angefertigt wurde, kann diese auch noch im Alter von 70 Jahren als **zuverlässig** brauchbare Vergleichsunterlage zur Röntgenidentifikation durch Bildvergleich verwendet werden.

9. Untersuchung eines Fundschädels.

Am 6.7.1967 wurde am Ufer des Bodensees bei Konstanz ein menschlicher Schädel angeschwemmt. Der Hirnschädel war vollständig erhalten. Die Oberkieferfortsätze waren jedoch abgebrochen, der Unterkiefer fehlte. Die Ermittlungen wurden vom Landeskriminalamt Baden-Württemberg in Stuttgart durchgeführt.¹⁾ (Az. D 6/a - 1400/67/Kel.)

Im Oberkiefer waren noch drei große, reich mit Gold ausgestattete Teilprothesen vorhanden. Deshalb bemühte sich die Kriminalpolizei mit der Veröffentlichung des Zahnstatus in Fachzeitschriften der Staaten, die an den Bodensee grenzen, um die Identitätsbestimmung. Ein Zahnarzt gab darauf hin an, einen derartigen Zahnersatz angefertigt zu haben. Die Ermittlungen ergaben jedoch, daß eine Identität nicht zutraf - der Patient des Zahnarztes lebte.

Im Januar 1968 wurde der Fundschädel schließlich an Herrn Privatdozenten Dr. A. Neiss vom Anatomischen Institut der Universität Erlangen zur röntgenologischen Untersuchung übersandt.

Im Rahmen dieser Dissertation konnte ich feststellen, daß es auch bei einem derartigen, beschädigten Fundschädel möglich ist, die Stirnhöhlen mit allen ihren individuellen Merkmalen mit Hilfe des Röntgenbildes einwandfrei darzustellen. Dies war möglich, obwohl beide Stirnhöhlen durch Defekte der Vorderwand eröffnet waren (Abb. 24).

Die Liegezeit des Schädels hatte - nach einem Gutachten von Prof. Dr. Spann, Institut für Gerichtsmedizin der Universität Freiburg - einen Zeitraum von mehreren Jahren bis möglicherweise zum 2. Weltkrieg zurück betragen.

¹⁾ Dem Landeskriminalamt Baden-Württemberg sei für die gute Zusammenarbeit herzlich gedankt.



Abb. 24 Lichtbild

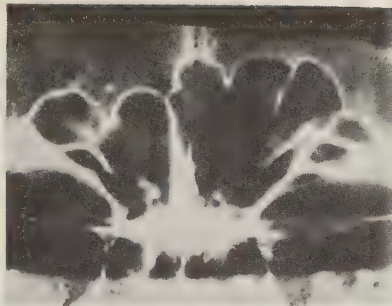


Abb. 25 Röntgenaufnahme

Weil der beschriebene Fall viele Jahre zurückliegt, wurde nicht mehr versucht, Vergleichsaufnahmen zum Ausschluß von Identitäten oder zur Identifizierung zu beschaffen. Es läßt sich jedoch folgendes anmerken:

Die röntgenologische Darstellung der individuellen Merkmale der Stirnhöhlen ist in allen Einzelheiten auch bei Schädelresten und alten Schädeln möglich.

Die Stirnhöhlenmerkmale sind individuell, deshalb zur Personenidentifizierung geeignet. Bei etwa jedem 6. Menschen gibt es ein Vergleichsbild. (Vergl. Seite 1)

Die übrigen Methoden der Identitätsbestimmung waren in diesem Fall entweder nicht anwendbar oder führten nicht zum Ziel.

Wenn Schädelaufnahmen von Personen, welche für die Identität in Betracht kommen, beigebracht werden, wäre bei jeder sechsten zumindest der Ausschluß der Identität durch Bildvergleich mit der Abb. 25 möglich.

10. Zusammenfassung.

An Hand von Röntgenbildern der Stirnhöhlen untersuchte ich Entwicklung, Wachstumsende, morphologische Merkmale, deren Konstanz über einen längeren Zeitraum sowie die krankhaften Veränderungen der Stirnhöhlen im Hinblick auf die Röntgenidentifikation. Dazu kam die Untersuchung eines Fundschädels.

Dabei kam ich zu den folgenden Ergebnissen:

1. Von jedem 6. Menschen liegt ein Röntgenbild des Schädels vor.
2. Das Wachstum der Stirnhöhlen ist mit dem 20. Lebensjahr beendet. (Dies steht im Gegensatz zur Ansicht von PSENNER)
3. Die Konfiguration der Stirnhöhlen bleibt im Erwachsenenalter konstant.
4. Die morphologischen Merkmale der Stirnhöhlen wurden beschrieben, ihre Häufigkeit bestimmt.
5. Eine bisher fehlende Definition der verschiedenen Stirnhöhlengrößen wurde gegeben.
6. Es lassen sich 7 Stirnhöhlengrundtypen abgrenzen.
7. Die Erhaltung der Stirnhöhlenkonfiguration in allen Einzelheiten bei einem Fundschädel war nachweisbar.

Literatur

- 1 BARUZZI A. L'aspetto radiologico del canale della vena diploica frontale
Anali do rad. diagn. Vol. XXV 1951
- 2 BERGERHOFF W. Normale Röntgenanatomie des Schädels
Handb. d. med. Radiologie Bd. VII/1
Berlin 1963
- 3 BIRNMEYER G. Das Lesen des Röntgenbildes der Nasen-
nebenhöhlen.
Z. Ärztl. Praxis 44 1968
- 4 Bundesinnen- Persönl. Mitteilung 1968
ministerium
- 5 Bundeskriminal- Persönl. Mitteilungen 1968
amt
- 6 CLARA M. Entwicklungsgeschichte des Menschen
Leipzig 1940
- 7 CORNING H. Lehrbuch der topographischen Anatomie
München 1922
- 8 CULBERT W., Identification by comparision with
LAW F. roentgenograms of nasal acessory sinus
and mastoid process
Journ. amer. Ass. 88, 1634-1636 1927
- 9 EIGLER G., Komplikationen der Nasennebenhöhlener-
DRABE J. krankungen.
Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. I
Stuttgart 1964
- 10 GRÜNER O. Bemerkungen zur photographischen Iden-
tizifizierung menschlicher Schädel.
Beitr. ger. Med. 21, 149-155 1961
- 11 HAFFERL A. Lehrbuch der topographischen Anatomie
Berlin 1967
- 12 HOLCZABEK W. Ein Beitrag zur Identifizierung durch
vergleichende Röntgenuntersuchungen
Beitr. ger. Med. 20, 35 1955
- 13 HOMMERICH K. Die Geschwülste der Nase und der Na-
sennebenhöhlen
Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. I
Stuttgart 1964

- 14 KOTSCHER E. Die Röntgendiagnostik der Schädeltraumen
Handb. d. med. Radiologie Bd. VII/2
Berlin 1963
- 15 MUNTEAN E. Untersuchungsmethoden und Aufnahme-
technik des knöchernen Schädels
Handb. d. med. Radiologie Bd. VII/1
Berlin 1963
- 16 NAUMANN H. Kurze Pathophysiologie der Nase und
ihrer Nebenhöhlen
Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. I
Stuttgart 1964
- 17 NEISS A. Über die Bedeutung der Röntgenbildar-
chive als Dokumente der Phylogenese
Anat. Anz. 121, 396-400 1967
- 18 NEISS A. Röntgenidentifikation
Stuttgart 1968
- 19 NEISS A. Die Aufgaben der Röntgenologie nach
Flugzeugunglücken
Z. Kriminalistik 15, 343-344 1961
- 20 NEISS A. Persönliche Mitteilungen 1968
- 21 ONODI A. Nebenhöhlen der Nase beim Kinde
Würzburg 1911
- 22 PEREZ-CASAS Innervation de la muqueuse des sinus
nasales
Acta anat. 33, 175 1958
- 23 PSENNER L. Schädel
in Lehrb. d. Röntgendiagnostik
Stuttgart 1966
- 24 PSENNER L. Die Röntgendiagnostik der Nase der Ne-
benhöhlen und des Epipharynx
Handb. d. med. Radiologie Bd. VII/2
Berlin 1963
- 25 RICHTER H. Ein Beitrag zur Bedeutung des Röntgen-
verfahrens in Kriminalfällen
Deut. Z. f. d. ger. Med. 7, 626-633
1926
- 26 RICHTER S. Ein Beitrag zur Entwicklung der Stirn-
höhlen nach Beobachtungen an Röntgen-
bildern
Z. HNO Heilk. 23, 487-506 1929

- 27 SANTOS C. Processo de identificao humano median-
te radiografias dos seios frontais
Rev. d. Faculd. d. Dir. do Passo Fundo
Brasilien 1955
- 28 SCHÜLLER A. Das Röntgenogramm der Stirnhöhle. Ein
Hilfsmittel für die Identitätsbestim-
mung von Schädeln
Mschr. Ohrenh. 55, 1617-1620 1921
- 29 SEIFERTH L. Verletzungen der Nase, der Nasenneben-
höhlen und die frontobasalen Verletzun-
gen
Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. I
Stuttgart 1964
- 30 SINGLETON M. The roentgenological identification of
victims of the "Noronic" disaster
Am. J. of Roentg. 66, 375-384 1951
- 31 STERN L. Röntgenologische Beobachtungen der Ent-
wicklung der Nasennebenhöhlen
Z. HNO Arzt 30, 169-196 1939
- 32 SÜSSE H. Über das Emissarium frontale
Fortschr. Röntgstr. 89, 202-212 1953
- 33 SÜSSE H. Gefäßzeichnung im Areal der Stirnhöhlen
Fortschr. Röntgstr. 100, 215-225 1964
- 34 THEILER K. Entwicklung und normale Röntgenanato-
mie des Schädels
Handb. d. med. Radiologie Bd. VII/1
Berlin 1963
- 35 UNGERECHT K. Der Pneumosinus dilatans
Z. HNO Wegw. 12, 233-245 1964
- 36 WAGEMANN W Anatomie, Physiologie und Untersuchun-
gen der Nase und der Nebenhöhlen
Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. I
Stuttgart 1964
- 37 WEINERT H. Entstehung der Menschenrassen
Stuttgart 1938
- 38 WELIN C. Nasennebenhöhlen
Lehrb. der Röntgendiagnostik
Stuttgart 1966
- 39 ZUBIZARRETA J. La Radiografia de los Senos frontales
en la Identificacion humana
Privatdruck 1966

Lebenslauf.

Am 28. Januar 1942 wurde ich in Bad Kissingen als erstes Kind des Dr. phil., Dr. med. Hermann Ellwein und seiner Ehefrau Johanna, geb. Rammensee, geboren. Von 1948-53 besuchte ich die Volksschulen in Regen und Ortenburg. Im Herbst 1953 wechselte ich auf die Oberrealschule in Vilshofen über. Nachdem diese damals nur sechsklassig war, setzte ich meine schulische Ausbildung an der Oberrealschule in Passau fort, wo ich im Juli 1962 das Abitur ablegte.

Im Anschluß daran hatte ich eineinhalb Jahre Wehrdienst abzuleisten und wurde am 31. März 1964 als Fähnrich d. R. entlassen.

Mit dem Sommersemester 1964 nahm ich das Studium der Medizin an der Friedrich - Alexander Universität zu Erlangen auf. Hier bestand ich 1965 die Naturwissenschaftliche und 1967 die Ärztliche Vorprüfung. Auch die klinischen Semester absolvierte ich in Erlangen und bestand am 16. Juli 1970 das Medizinische Staatsexamen.

Erlangen, den 26. Juli 1970

Peter Ellwein

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
